

特開平9-306531

(43)公開日 平成9年(1997)11月28日

(51) Int. Cl.	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01M 8/04			H01M 8/04	P
B60K 1/04			B60K 1/04	Z
B60L 11/18			B60L 11/18	G
H01M 8/06			H01M 8/06	G

審査請求 未請求 請求項の数8 FD (全12頁)

(21)出願番号	特願平8-150312	(71)出願人	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22)出願日	平成8年(1996)5月21日	(74)上記1名の代理人	弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)
		(71)出願人	000241463 豊田合成株式会社 愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地
		(74)上記1名の代理人	弁理士 五十嵐 孝雄 (外2名)

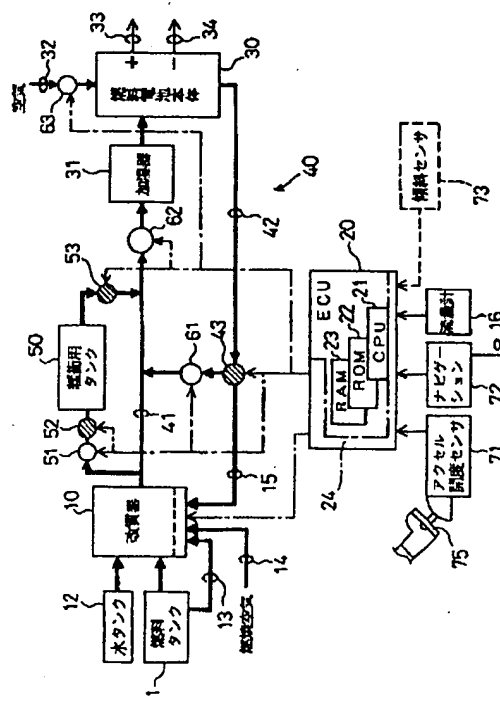
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 改質器における水素発生能力増大のタイムラグを解消するには、極めて大きな緩衝用タンクが必要であった。

【解決手段】 燃料電池本体 30 の側で必要とする水素の不足状況に応じて、ECU 20 は、開閉バルブ 53 を開弁して緩衝用タンク 50 内の水素を使用したり、三方バルブ 43 を切り替え昇圧器 61 を作動して未反応水素を還流させたり、昇圧器 62, 63 を作動して導入圧力を上昇させる。必要な水素量の増加が一時的な場合には、緩衝用タンク 50 内の水素と配管内の水素を利用することにより、小さな緩衝用タンク 50 であっても一時的な負荷の急増に対して、実用的な発電量を得られるようにすることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池を備え、この燃料電池を用いて電力を外部に供給する燃料電池システムであって、燃料電池用の燃料ガスを生成する燃料ガス製造手段と、この燃料ガス製造手段から前記燃料電池に至るガス供給用通路およびこの燃料電池からの排気通路を含む配管路と、

この配管路の該供給用通路に介在され、前記燃料ガスを貯留可能な緩衝用タンクと、

前記燃料電池に対する外部からの電力要求の一時的な増加を検出する要求量検出手段と、

該要求量検出手段により電力要求の一時的な増加が検出されたとき、前記配管路内および前記緩衝用タンクの燃料ガスを利用して、前記燃料電池に供給するガス量を一時的に増加させる反応ガス量増加手段とを備えた燃料電池システム。

【請求項2】 請求項1に記載の燃料電池システムであって、

この燃料電池システムは、車輛の駆動エネルギーを供給するシステムであり、

前記要求量検出手段は、車輛が走行する地形の情報を入力して電力要求の一時的な増加を検出する手段である燃料電池システム。

【請求項3】 請求項1に記載の燃料電池システムであって、

この燃料電池システムは、車輛の駆動エネルギーを供給するシステムであり、前記要求量検出手段は、車輛の走行範囲の地形情報を予め記憶した地形情報記憶手段と、

少なくとも車輛の走行位置および走行方向を含む走行情報を検出する走行情報検出手段と、

該検出された走行位置と走行方向とに基づいて、前記地形情報記憶手段に記憶され地形情報を参照し、将来の電力要求の一時的な変動を推定する推定手段とを備えた燃料電池システム。

【請求項4】 請求項1ないし3の何れかに記載の燃料電池システムであって、前記反応ガス量増加手段は、前記燃料電池からの排気通路に存在する未反応燃料ガスを再び当該燃料電池に供給させる還流手段を備えた燃料電池システム。

【請求項5】 請求項1ないし4の何れかに記載の燃料電池システムにおいて、前記反応ガス量増加手段は、前記燃料電池へ供給する燃料ガスの圧力を増加させる導入圧力増加手段を備えた燃料電池システム。

【請求項6】 請求項1に記載の燃料電池システムであって、

前記緩衝用タンクは、前記要求量検出手段により検出された要求電力の一時的な増加に対応して前記燃料電池が必要とする燃料ガス量の1/2以下を貯留するタンクである燃料電池システム。

【請求項7】 請求項1に記載の燃料電池システムであって、

前記電力要求の一時的な増加が終了した後の所定のタイミングで、前記反応ガス量増加手段が利用したことにより失われた前記緩衝用タンク内の燃料ガスを、前記燃料ガス製造手段により製造された燃料ガスにより補充する補充手段を備えた燃料電池システム。

【請求項8】 請求項2または3に記載の燃料電池システムであって、

前記燃料電池に対する外部からの電力要求の所定期間を越える増加を検出する要求量継続増加検出手段と、

該要求量継続増加検出手段により電力要求の所定期間を越える増加が検出されたとき、前記燃料ガス製造手段による燃料ガスの製造量を増加させる製造量増加手段とを備えた燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池システムに関し、特に、急激な負荷変動に対応するために緩衝用タンクを備えた燃料電池システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、改質器等の燃料ガス製造手段を用い、改質器にて燃料ガスとしての水素を発生させ、この水素を用いて燃料電池により発電を行なう燃料電池システムが知られている。こうした燃料電池システムでは、改質器による水素の発生能力にはタイムラグがあり、燃料電池の負荷が要求する電力量の急増に対して、十分に対応することができない。例えばこの燃料電池システムを利用した電気自動の場合、車輛が急な上り坂にさしかかったりアクセルが急に踏み込まれると、負荷であるモータが必要とする電力、即ち燃料電池に対する要求電力は急増し、燃料電池での燃料ガスである水素の消費量も急増する。他方、改質器での水素の改質反応を高めるには、少なくとも数十秒の時間を必要とするため、燃料電池での水素の消費に対してその供給が追いつかないという状態が現出する。

【0003】かかる問題を解決するために、水素の配管路に緩衝用タンクを設けたもの（例えば特開昭58-166674号）や、水素の配管路に水素吸蔵合金充填した緩衝用タンクを設けたもの（例えば実開平6-82756号）が知られている。これらは、水素を予め緩衝用タンクに充填しておき、負荷が急増して燃料電池における水素の消費量が急増した場合、タンクに蓄積しておいた水素を出力させることによって負荷の変動に対応しようとするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうした従来の燃料電池システムでは、緩衝用タンクの大きさが極めて大きくなってしまいう問題があった。この点を電気自動車を例にとって説明する。電気自動車が上

り坂にさしかかるなどして負荷が増大した場合、改質器を制御して水素の発生能力を増大させようとしても、要求される量の水素を発生できるようになるまでには数十秒のタイムラグが存在するから、緩衝用タンクに必要とされる貯留能力は、このタイムラグを解消できる程度の貯留量ということになる。実験により、現状での通常能力の改質器におけるタイムラグは30秒程度であることが分かっている。他方、30kW級の燃料電池で最大能力を発電させようとする、400リットル/分の水素が必要となる。従って、この改質器と燃料電池とを組み合わせた燃料電池システムの場合、30秒間のタイムラグを解消するのに、200リットルの貯留能力を有する水素タンクを車載しなければならない。例え、貯留能力の高い水素吸蔵合金を利用したタンクを用いても、これだけの貯留能力を有する緩衝用タンクを搭載することは極めて困難であった。

【0005】また、水素吸蔵合金の場合、水素の吸蔵および放出には放熱もしくは吸熱の反応を伴うから、負荷の急増にตอบสนองして水素を放出させるには多量の熱量を加えることが必要となる。したがって、水素吸蔵合金を利用した緩衝用タンクを用いる場合には、かかる熱量を供給するための機構や熱量の供給を制御する手段を設けなければならないという問題も指摘されていた。

【0006】本発明は、上述した燃料電池システムの問題を解決するものであり、負荷の急増に対応可能な小型で構成が容易な燃料電池システムを提供することを目的としてなされた。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】かかる目的を達成する本発明の第1の燃料電池システムは、燃料電池を備え、この燃料電池を用いて電力を外部に供給する燃料電池システムであって、前記燃料電池用の燃料ガスを生成する燃料ガス製造手段と、この燃料ガス製造手段から前記燃料電池に至るガス供給用通路およびこの燃料電池からの排気通路を含む配管路と、この配管路の該供給用通路に介在され、前記燃料ガスを貯留可能な緩衝用タンクと、前記燃料電池に対する外部からの電力要求の一時的な増加を検出する要求量検出手段と、該要求量検出手段により電力要求の一時的な増加が検出されたとき、前記配管路内および前記緩衝用タンクの燃料ガスを利用して、前記燃料電池に供給するガス量を一時的に増加させる反応ガス量増加手段とを備えたことを要旨とする。

【0008】この燃料電池システムでは、要求量検出手段により、燃料電池に対する外部からの電力要求の一時的な増加が検出されると、反応ガス量増加手段が、配管路内および緩衝用タンクの燃料ガスを利用して、燃料電池に供給するガス量を一時的に増加させる。配管路内および緩衝用タンクの燃料ガスの利用の形態としては、単に緩衝用タンクの燃料ガスを供給するだけでなく、燃料

ガスの圧力を高めて、燃料電池における発電効率を一時的に高めるといった利用も可能である。また、配管路内の燃料ガスの利用としては、こうした圧力の上昇による利用のみならず、排気通路に存在する未反応の燃料ガスを還流して利用するといった対応も可能である。この結果、要求電力量の一時的な増加に対して、燃料ガス製造手段による燃料ガスの製造が追従しない場合でも、要求電力量の増加に対応して、燃料電池に供給する燃料ガスを増加することができる。

【0009】こうした燃料電池システムを、車輛の駆動エネルギーを供給するシステムとして用いた場合、要求量検出手段を、車輛が走行する地形の情報を入力して電力要求の一時的な増加を検出する手段とすることができ、車輛が走行する地形の情報を入力する構成としては、車輛に設けた勾配センサなどから、上り坂などの情報を入力するものや、運転者が「登坂」などのボタンを押す構成なども採用可能である。

【0010】また、こうした車輛の駆動エネルギーを供給する燃料電池システムにおいて、要求量検出手段に、車輛の走行範囲の地形情報を予め記憶した地形情報記憶手段と、少なくとも車輛の走行位置および走行方向を含む走行情報を検出する走行情報検出手段と、該検出された走行位置と走行方向とに基づいて、前記地形情報記憶手段に記憶され地形情報を参照し、将来の電力要求の一時的な変動を推定する推定手段とを備えることも可能である。

【0011】かかる燃料電池システムでは、車輛が近い将来さしかかるであろう地形を推定して電力要求の一時的な変動を推定することができる。最近の車輛では、GPSなどを利用したナビゲーションシステムを搭載している場合があり、こうしたナビゲーションシステムを利用して、将来の走行位置から、電力要求の一時的な変動を推定し、燃料ガスの消費量の変動に備えることも可能である。なお、地形情報には、単に勾配だけでなく、高速道路などの情報も含めることができる。こうした場合には、車輛が近い将来高速道路に進入することを予測し、ランプから高速道路に進入し加速する際の要求電力の一時的な増加を推定することも可能である。

【0012】本発明の燃料電池システムにおいて、その緩衝用タンクを、要求量検出手段により検出された要求電力の一時的な増加に対応して燃料電池が必要とする燃料ガス量の1/2以下を貯留するタンクとすることができる。反応ガス量増加手段が、配管路内および緩衝用タンクの燃料ガスを上述した種々の手法により利用すれば、要求電力の一時的な増加に対応して燃料電池が必要とする燃料ガス量の1/2ないし1/7程度まで緩衝用タンクの貯留量を低減できる。

【0013】更に本発明の燃料電池システムでは、緩衝用タンク内の燃料ガスは、反応ガス増加手段により利用されることがあるから、電力要求の一時的な増加が終了

した後の所定のタイミングで、反応ガス量増加手段が利用したことにより失われた緩衝用タンク内の燃料ガスを、燃料ガス製造手段により製造された燃料ガスにより補充する補充手段を備えることも好適である。かかる燃料ガスの補充は、燃料ガス製造手段による燃料ガスの製造量を増加して行なっても良いし、燃料電池が必要とする燃料ガス量が低減することを検出し、燃料電池が必要とする燃料ガスの量が低減しているタイミングを利用し行なっても良い。

【0014】また、車輛の駆動エネルギーを供給する燃料電池システムにおいて、燃料電池に対する外部からの電力要求の所定期間を越える増加を検出する要求量継続増加検出手段と、この要求量継続増加検出手段により電力要求の所定期間を越える増加が検出されたとき、燃料ガス製造手段による燃料ガスの製造量を増加させる製造量増加手段とを備えることも可能である。この場合には、一時的な増加に対しては反応ガス量増加手段による対応がなされ、継続的な増加に対しては、製造量増加手段による対応がなされることになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。図1は本発明の一実施例としての燃料電池システムの概略構成を示すブロック図、図2は制御入力としての地形情報を出力するナビゲーションシステムの概略構成を示すブロック図、図3は第1実施例における制御内容を示すフローチャート、である。

【0016】本実施例の燃料電池システムは、燃料電池の燃料ガスである水素を製造する改質器10、水素と酸素とから発電を行なう燃料電池本体30、改質器10と燃料電池本体30とを接続する配管路40、配管路40に介装された緩衝用タンク50、配管路40に設けられたバルブ、昇圧器および改質器10等を制御する電子制御装置（以下、ECUと言う）20から構成されている。

【0017】改質器10は、燃料タンク11から供給されるメタノールなどの炭化水素化合物と、水タンク12から供給される水とを反応させて水素を発生させるものである。この改質器10には、改質反応に必要な熱エネルギーを得るためのバーナが内蔵され、その燃料として燃料タンク11からメタノールを供給する燃焼燃料ライン13と、燃焼用の空気を大気から取り込む燃焼空気ライン14とを備えている。これらのメタノールや空気の供給量は制御可能となっており、改質器10は、後述するECU20から入力される制御信号に基づいて、改質反応の温度などの諸条件を変化させ、水素の発生量を増減することができる。

【0018】この改質器10が燃料ガス製造手段に該当する。本実施例においては燃料ガス製造手段として、メタノールから水素を発生するものを一例として説明して

いるが、後述する燃料電池本体30が必要とする燃料ガスを生成するものであれば良く、その原料及び生成物については周知の種々の構成が採用可能である。また、本実施例では、内蔵したバーナにより燃料を燃焼させて、改質器10の改質反応が行なわれる部位の温度を所定の温度としているが、加熱方法、反応方法などについても適宜変更可能である。なお、本実施例においては、バーナへ燃料を供給するにあたって燃料電池本体30から排出される未反応水素を供給する未反応水素燃焼ライン15も備えられており、燃料電池本体30の定常的に運転される状態となれば、この未反応水素をバーナに供給して燃焼に供することも可能となっている。未反応水素の利用については後で詳述する。

【0019】燃料電池本体30は、固体高分子電解質膜を用いた公知の燃料電池であり、配管路40を介して改質器10に連結されており、所定温度環境下で、同配管路40中に介在された加湿器31にて加湿された水素を含む改質ガスと水蒸気との混合ガスと、空気ライン32から供給される空気中の酸素とを使用して発電を行なう。発電のための反応は公知のものを利用しており、一対の電極33、34より外部に電力を供給する。燃料電池本体30での発電は基本的に供給される燃料ガスの量によって制限されるため、供給する燃料ガスの量を適宜制御して発電能力を制御することができる。また、上述したように燃料電池本体30は反応過程で残った未反応水素を排出しており、配管路40の一部を利用して改質器10における未反応水素燃焼ライン15へと供給している。なお、本実施例の燃料電池本体30は発電容量が30kW級のものである。

【0020】燃料電池としては、一般に水素を燃料ガスとするものが多いが、改質器10などから供給される燃料ガスを利用して発電可能なものであれば良く、その原料、反応については特に限定されるものではない。固体高分子電解質膜を用いたもの他、アルカリ性電解質型燃料電池、酸性電解質型燃料電池、熔融塩（例えば熔融炭酸塩）電解質型燃料電池、固体電解質型燃料電池、リン酸型燃料電池など、種々の形式の燃料電池を用いることができる。

【0021】改質器10と燃料電池本体30とを繋ぐ配管路40は、少なくとも改質器10から前記加湿器31へ水素を供給する往路部41と、燃料電池本体30から改質器10の側へ未反応水素を戻す復路部42とを備える。これらの往路部41と復路部42とは、ECU20にて開閉を切り換え制御される三方バルブ43を介して連結されている。この三方バルブ43は、通常は往路部41と復路部42との間を閉じており、未反応ガスが復路部42から未反応水素燃焼ライン15へと戻されるようにしている。

【0022】この配管路40における往路部41には緩衝用タンク50が、並列に接続されている。緩衝用タン

ク50は、約30リットルの水素を貯留可能な容積を有し、吸気側にはコンプレッサからなる昇圧器51と開閉バルブ52とが接続され、排気側には開閉バルブ53が接続されている。この緩衝用タンク50は前記改質器10から放出される水素量に、前記燃料電池本体30へ供給すべき水素量よりも余剰分があるときに一時的に蓄積しておくものであり、その給排はECU20から、昇圧器51、開閉バルブ52および開閉バルブ53へ出力される制御信号により制御される。

【0023】本実施例で用いた緩衝用タンク50は水素を貯留可能な通常のタンクであるが、水素の一時的な貯留を可能とするものでその構成は問わない。例えば、タンク内に水素吸蔵合金を充填しておき、温度差を与えて水素の吸着、放出を行なうようにしても良い。いずれの構成を採用した場合でも、本実施例にいう緩衝用タンク50は、燃料電池本体30の負荷が大きくなったときに必要な燃料ガスを十分にまかなうことができるほどの大容量なものは想定していない。電気自動車の駆動用モータに電力を供給する本実施例の燃料電池本体30では、アクセルの踏み込みなどに伴い、その要求電力が急増する場合が考えられる。こうした要求電力の急増に対して、改質器10の能力の向上が追いつくには、本実施例では約30秒が必要である。この30秒間のタイムラグを解消するためには、約200リットルの水素を貯留する容量が必要となるが、本実施例で採用した緩衝用タンク50の場合は30リットルほどの容量となっている。水素吸蔵合金を用いた場合でも、同等の水素が吸蔵できる程度の容量のものをを用いる。本来必要とされる水素量よりも数分の1の容量の緩衝用タンク50で足りる理由については、ECU20による制御と共に後述する。

【0024】上述した配管路40の三方バルブ43は通常時は往路部41と復路部42との間を閉じていることは既に説明したが、ECU20からの制御信号に基づいて同往路部41と復路部42との間を開くとともに、復路部42と未反応水素燃焼ライン15へとの間を閉じることができる。このときに同往路部41と復路部42との間に直列に介在されている昇圧器61を、ECU20からの制御信号に基づいて駆動すれば、燃料電池本体30から排気されて配管路40中に流されている未反応水素を往路部41に還流させることができる。未反応水素の還流により、燃料電池本体30へ供給される水素量を一時的に増やして発電量を増加させることができる。

【0025】すなわち、本実施例においては、かかる配管路40の構成と三方バルブ43と昇圧器61、およびこれらを制御するECU20とによって還流手段を構成する。本実施例においては還流経路をこのように設定しているが、燃料電池本体30から排気される未反応水素が再び燃料電池本体30へ供給される構成をとるのであれば、バルブのタイプや配置などは適宜変更可能である。また、後述するECU20における制御例について

も、実質的に未反応水素の還流を実現できれば良いことはいうまでもない。

【0026】一方、配管路40の往路部41には、加湿器31の手前に昇圧器62が介装されるとともに、燃料電池本体30に酸素を含んだ空気を送り込む空気ライン32にも昇圧器63が介在されている。これらの昇圧器62、63は、ECU20からの制御信号に基づいて、その動作が制御されている。これらの昇圧器62、63を駆動すると、燃料電池本体30へ供給される水素の圧力と空気の圧力とが上昇する。この導入圧力が高まると、燃料電池本体30内における水素ならびに空気中に含まれる酸素の利用率が増加し、発生する電力も増加する。

【0027】従って、本実施例においては、これらの昇圧器62、63とECU20とによって導入圧力増加手段を構成している。導入圧力を増加させるにはこのようなコンプレッサなどからなる昇圧器62、63を使用する以外の各種方法が適用可能である。例えば、配管路40の往路部41にシリンダーピストンタイプのポンプを配設するとともに、アクセルワイヤに連結してピストンを押し込み可能にしておく。このようにすれば、アクセルを踏み込んだときに配管路40内の圧力が高まり、同じ効果が得られる。

【0028】上述した各種制御を行うECU20は、各種演算処理を行う中央演算処理ユニットのCPU21と、プログラムや各種データなどを記憶する読み出し専用メモリのROM22と、演算処理で利用するデータなどを一時的に記憶するRAM23と、外部機器との信号のやりとりを実行するI/O24などを備えており、図3に示すフローチャートに対応したプログラムを実行している。この意味で当該ECU20は燃料ガス量制御手段を構成する。

【0029】一方、このECU20には、データ入力手段としての、アクセル開度センサ71と、地形情報出力するためのナビゲーションシステム72と、改質器10に内蔵されて発生した水素量をフィードバックするための流量計16が接続されている。

【0030】アクセル開度センサ71は、アクセルペダル75に連結されて同ペダルの踏み込み量を検出するポジションセンサであり、ECU20に対してアクセルペダル75の踏み込み量に対応した信号を出力する。アクセルペダルの踏み込み量は、概ね燃料電池本体30に対する要求電力に対応しており、この踏み込み量だけから燃料電池本体30の負荷を推定することもできる。

【0031】本実施例では、更に、地形情報を入力するためのナビゲーションシステム72も備えている。同ナビゲーションシステム72は、図2に示すように、GPSユニットと自立航法ユニットとマップとマップマッチングユニットとを備えており、GPSユニットと自立航法ユニットとによって位置情報を求めつつ、マップマッ

チングユニットにて予め記憶したマップの地図データと照らし合わせて正確な位置を求める。そして、同地図データから走行中の道路およびこれから走行しようとしている道路の傾斜を求めるようにしている。

【0032】本実施例においては、地形情報としてナビゲーションシステム72にて道路の傾斜情報を得ているが、負荷に影響を及ぼすような地形データであればよい。従って、高速道路の入口のように大きな負荷がかかる前提情報であっても同様に地形データとして処理可能である。一方、傾斜として考えた場合、重力式の傾斜センサ73で検出するようにしても良い。

【0033】流量計16は、改質器10により供給される水素の流量を計測するものであり、可動羽根を有する周知の気体用の流量計を用いることができる。なお、流量計16は、必ずしも水素の流量を直接計測する必要はなく、発生する水素の量が判断できれば圧力計を用いることも可能である。

【0034】次に、ECU20の制御プログラムを参照しつつ本実施例の燃料電池システムの動作を説明する。ECU20は、燃料電池システムが使用状態になると、図3に示す燃料電池制御処理を実行する。この処理が起動されると、まず、ステップS110にて基礎データを入力する。基礎データはアクセル開度センサ71にて計測されるアクセルペダルの踏み込み量や、ナビゲーションシステム72から入力される地形情報としての傾斜量である。

【0035】基礎データを入力すると、ステップS120にて必要な燃料ガス（水素）の量を算出する。本実施例の場合、アクセルペダルの踏み込み量だけでなく、その地形の情報をも含めて将来的な水素の必要量を算出する。例えば、傾斜が上り坂を示している場合には、大きな負荷が継続するものと計算できるし、同じアクセルペダルの踏み込み量でも、傾斜が下り坂を示している場合には負荷もさほど大きくならないものと計算できる。必要とされる発電量から水素量を正確に計算しても良いし、例えば、必要な水素量を三段階とか四段階に大まかに区分して求めても良い。

【0036】このようにして水素の必要量を計算したら、その必要量に応じて、現在の燃料電池本体30での水素の使用量と、改質器10で発生している水素の量とを比較し、不足分や余剰分に応じて以下のような制御を実行する。なお、改質器10に対する水素の発生量の指示としては、原料のメタノールなどの流量を指示しつつ、同時に供給するスチームの流量を指示する。また、これと並行し、これらを原材料とする改質反応に必要な改質器10内の熱量を計算し、必要な加熱量を求めて、燃焼燃料ライン13と未反応水素燃焼ライン15から供給する燃料量（メタノールまたは未反応水素量）を指示する。燃料電池本体30における発電量は、基本的に改質器10などから供給される水素の量に応じて増大す

る。

【0037】必要な水素量を計算した後（ステップS120）、ステップS130では現在発生している水素量が十分であるか否かを判断する。改質器10で発生している水素量が必要な水素量に対して十分であれば、水素量を増加する特別な指示を行なうことなく、ステップS140にて改質器10に対して必要な水素量を継続して発生させるように指示を出す。これにより、ステップS110にて入力した基礎データに基づく制御を終了する。

【0038】これに対し、ステップS140で、水素量が不足すると判断した場合は、まず、ステップS150にて未反応水素の還流の指示を行なう。すなわち、三方バルブ43に制御信号を出力し、配管路40における復路部42と未反応水素燃焼ライン15との接続を遮断すると共に、同復路部42を往路部41に接続させ、かつ、未反応水素が往路部41を介して燃料電池本体30へ供給されるように昇圧器61を作動させる。続くステップS160で未反応水素の還流で不足分が足りるものであるか判断し、足りる状況であれば、ステップS140にてこの不足分を補うことができる程度の水素を発生させるべく改質器10に能力の指示を与え、燃料制御処理ルーチンを一旦終了する。

【0039】未反応水素の還流だけで足りない場合には、緩衝用タンク50に蓄積してある水素を放出すべく緩衝用タンクを開く指示を与える（ステップS170）。すなわち、開閉バルブ53に対して弁を開くように制御信号を出力する。これにより、緩衝用タンク50から水素が放出され始める。この後、不足分が緩衝用タンク50内の水素だけで足りるか否かを判断する。そして、足りるようであればステップS140にて、水素の不足分を補うことができる程度の水素を発生させるよう改質器10に能力の指示を与える。

【0040】上述したように、緩衝用タンク50の容量は30リットル程度である。アクセルペダル75が踏み込まれ、電気自動車のモータに最大トルクの発生が要求された状況では、燃料電池本体30をその最大能力で運転する必要が生じる。この場合、燃料電池本体30では400リットル/分の水素を使用することになるが、改質器10の水素製造能力をこのレベルまで上昇させるには、本実施例では、約30秒程度の時間を要する。この結果、約200リットルの水素が必要となる。したがって、上述した未反応水素の還流や緩衝用タンク50内の水素の放出では、必要な発電を行なうための水素が不足する状況が生じる。

【0041】このような場合、ECU20は、昇圧器62と昇圧器63とを駆動し、燃料電池本体30への水素と大気の導入圧力を上昇させる（ステップS190）。その上で、改質器10に対して水素発生量を所定量増やすように指示する（ステップS200）。なお、昇圧器

61については未反応水素を還流させたステップS150の時点で昇圧運転を開始している。

【0042】その後、ECU20は、流量計16からの入力データに基づいて改質器10での水素発生量をモニタし（ステップS210）、改質器10の発生する水素量が必要量となるまでその能力が上昇したかをチェックし（ステップS220）、能力が必要量に達するまで、ステップS200に戻って、水素発生量の増加を繰り返して指示する。改質器10による水素の発生量が、必要量となるまで上昇したときには改質器10に対してそれ以上は能力を上昇させないように指示して、改質能力を維持する（ステップS230）。また、改質器10から発生する水素量が必要量に達した後は、昇圧器62、63による昇圧を停止する（ステップS240）。

【0043】以上説明したように、本実施例では、水素の不足状況に応じて、適宜、緩衝用タンク50内の水素を使用したり、未反応水素を還流したり、導入圧力を上昇することにより、小さな緩衝用タンク50を搭載するだけで、発電の要求が過渡的に上昇しても、実用的な発電量を得ることができる。この結果、燃料電池システムの形状を小型にでき、車載が容易になると言う利点を得られる。

【0044】次に本発明の第2実施例について説明する。第2実施例の燃料電池システムは、第1実施例と同一のハードウェア構成を有し、ECU20による制御のみ異なる。即ち、第2実施例の燃料電池システムは、図4に示す燃料制御処理ルーチンを実行する。この処理ルーチンが起動されると、ECU20は、まずアクセル開度センサ71からのアクセル開度やナビゲーションシステム72からの地形情報など、発電量の予測演算に必要な基礎データを読み込む処理を行なう（ステップS300）。次に、これらのデータに基づいて、燃料電池本体30が発電すべき発電量の予測値を演算する処理を行なう（ステップS310）。

【0045】こうした求めた予測値から、必要とされる水素量が増加するか否かを判断し（ステップS320）、必要な水素量が所定期間以上増加する判断した場合には、改質器10に対してその能力を上昇させるよう指示を行なう（ステップS330）。他方、必要水素量の増加が一時的なものであると判断された場合には、改質器10に対しては特に指示を行わず、三方バルブ43の切り替えや昇圧器61の作動による未反応水素の還流や、開閉バルブ53の開弁や昇圧器62、63の作動による緩衝用タンク50内水素の利用および燃料圧力の上昇による発電効率の上昇などを行なう（ステップS340）。なお、必要水素量の増加が所定期間に亘ると判断した場合も、これらの未反応水素の還流等の処理は行なわれる。

【0046】必要となる水素量の増加があると判断された場合の処理は以上の通りであるが、増加がないと判断

された場合や上記の処理を行なった後は、必要となる水素量の低減があるかを判断する（ステップS360）。必要水素量が所定期間に亘って低減すると判断された場合には、改質器10に対してその能力を低下させるよう指示を行ない（ステップS370）、その後、緩衝用タンク50への水素の充填処理を行なう（ステップS380）。水素の充填処理は、必要水素量の低減が一時的なものである場合も行なわれる。実際の処理は、緩衝用タンク50の下流の開閉バルブ53を開弁し、緩衝用タンク50の上流に設けられた開閉バルブ52を開弁し、昇圧器51を作動して、高圧の水素を緩衝用タンク50に送り込むことにより行なわれる。以上の処理の後、「END」に抜けて、本処理ルーチンを終了する。

【0047】この実施例の燃料電池システムによれば、アクセルペダル75の踏み込み量や車輛が走行している地形の情報から、今後必要とされる発電量に応じて必要とされる水素量を予測し、その変化が一時的なものである場合には、未反応水素の還流や小規模な緩衝用タンク50内の水素の利用、更には燃料電池本体30の燃料圧力の上昇などの対応により、必要な水素量を確保して発電を行なうことができる。また、必要とされる水素量の増加が所定期間、例えば30秒以上に亘ると判断した場合には、これらの処置と共に改質器10の能力の上昇を指示し、必要な電力の発電を継続することができる。更に、必要な水素量が低減すると判断した場合には、余剰の水素を緩衝用タンク50に充填するから、水素の無駄を生じることがない。

【0048】以上、本発明のいくつかの実施例について説明したが、本発明は、これらの実施例に限定されるものではなく、種々の態様で実施することができ、例えば次の変形が可能である。上述した実施例では、未反応水素を還流させる指示を与えてから未反応水素だけで足りるか否かを判断したり、緩衝用タンク50を開く指示を与えてからそれで足りるか否かを判断しているが、水素の不足分が未反応水素の還流や緩衝用タンク50の開放や導入圧力で足りるか否かを先に判断し、それぞれで足りる場合と足りない場合とに分岐しておいて必要なだけの水素を燃料電池本体30に供給するような制御を行なうことができる。

【0049】また、最初に、未反応水素を還流させ、次に、緩衝用タンク50を開き、最後に導入圧力を上昇するようにしているが、必要に応じて適宜その順番を変更することも可能であり、上述した順番に限定されるものではない。例えば、通常時は緩衝用タンク50を開閉して水素の不足分を補っておき、それで足りない場合に未反応水素を還流させたり、導入圧力を上昇させるようにしてもよい。もとより、これらの総ての対応が必須ではなく、未反応水素の還流、小規模な緩衝用タンク50内の水素の利用、水素圧力の上昇の何れか一つのみ採用することも何等差し支えない。

【0050】さらに、地形情報から将来的な燃料ガスの必要量を算出するようにしているが、必ずしも将来的な燃料ガスの必要量まで計算する必要はなく、その時点での燃料ガスの必要量だけをアクセルペダルの踏み込み量から計算するようにしても良い。また、燃料ガスの必要量は、例えば燃料電池本体30と駆動用モータとの間にバッテリーを設け、このバッテリーへの充放電の電流の状態から過負荷気味か余裕のある状態であるかを計算するようにしても良い。地形情報については各種の変更が可能であることは上述したとおりである。

【0051】このように、燃料電池本体30の側で必要とする水素の不足状況に応じて、ECU20は、開閉バルブ52、53と昇圧器51を制御して緩衝用タンク50内の水素を使用したり、三方バルブ43と昇圧器61を制御して未反応水素を還流させたり、昇圧器62、63を制御して燃料電池本体30の燃料ガスの圧力を上昇させることにより、小さな緩衝用タンク50であっても過渡的な負荷急増を克服して実用的な発電量を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

【図2】制御入力としての地形情報を出力するナビゲー

ションシステムの概略構成を示すブロック図である。

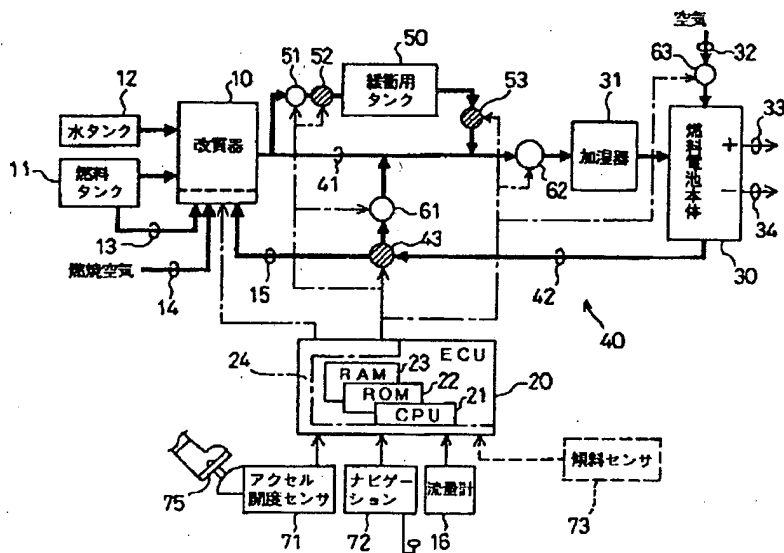
【図3】第1実施例における制御内容を示すフローチャートである。

【図4】第2実施例における制御内容を示すフローチャートである。

【符号の説明】

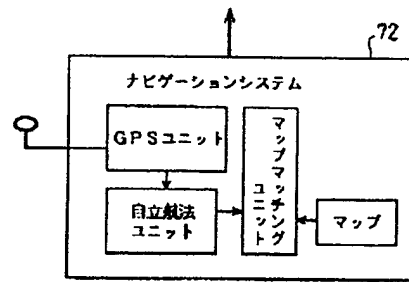
- 10…改質器
- 16…流量計
- 20…ECU
- 30…燃料電池本体
- 40…配管路
- 41…往路部
- 42…復路部
- 43…三方バルブ
- 50…緩衝用タンク
- 51…昇圧器
- 52…開閉バルブ
- 53…開閉バルブ
- 61～63…昇圧器
- 71…アクセル開度センサ
- 72…ナビゲーションシステム
- 73…傾斜センサ
- 75…アクセルペダル

【図1】

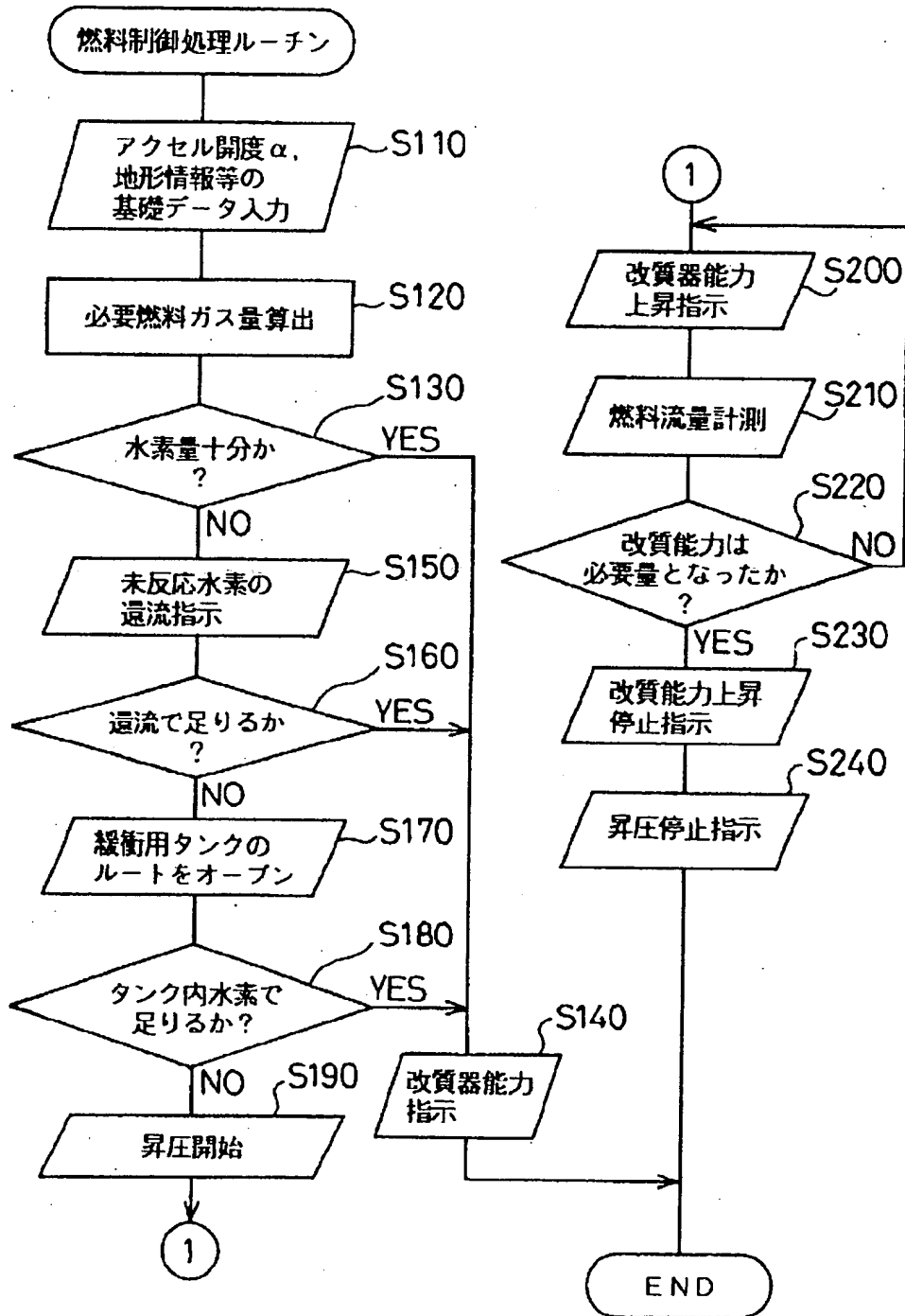




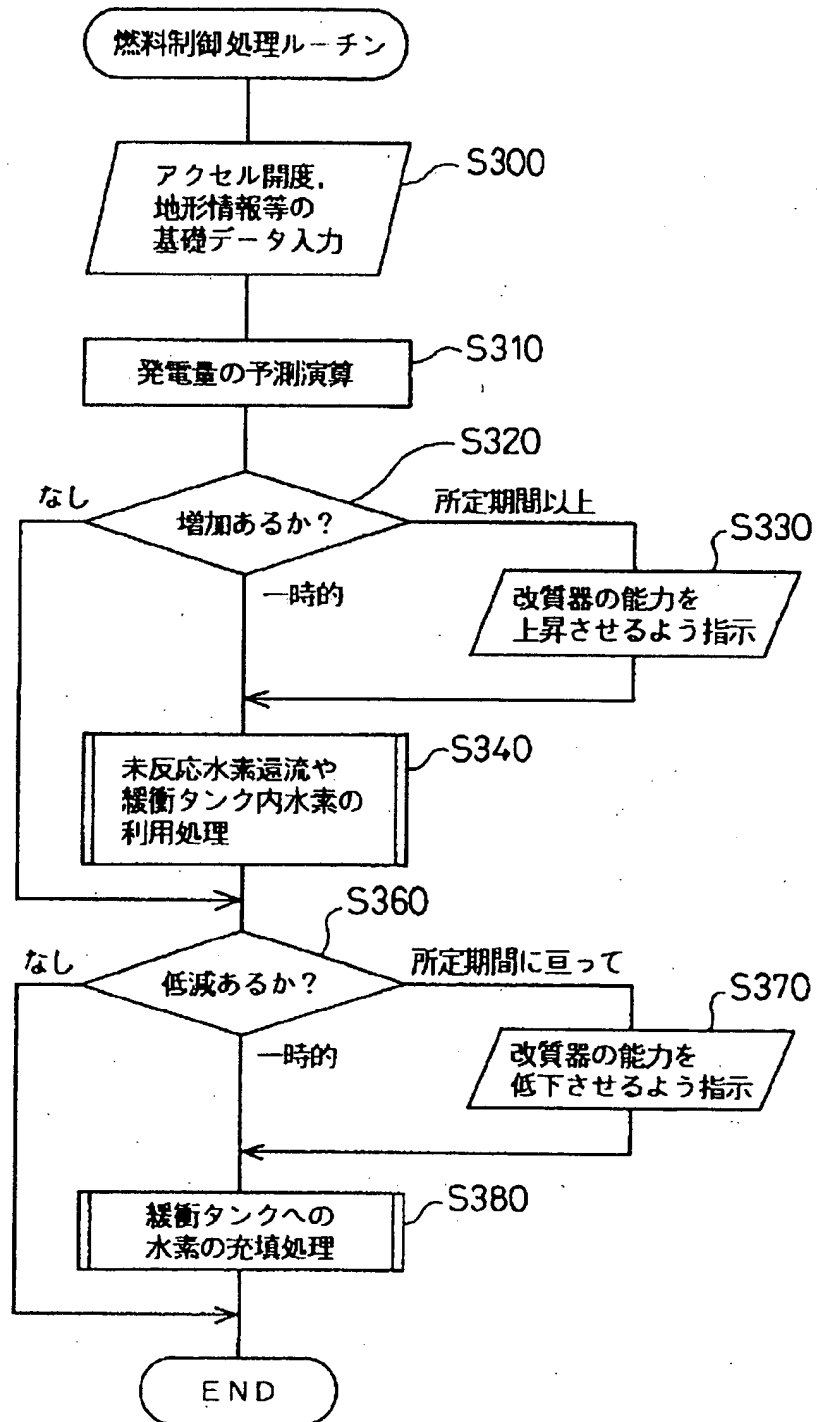
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 遠畑 良和

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 小滝 正宏

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1 番地 豊田合成株式会社内